Aufbau des Olfactoriussystems

von

Inge Hablizel

aus Sulz/Neckar

1966

1966 № 78

Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten

der Universität Erlangen

Direktor: Professor Dr. G. Theissing

A U F B A U D E S

O L F A C T O R I U S S Y S T E M S

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät

der Friedrich - Alexander - Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Inge Hablizel

aus

Sulz / Neckar

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Professor Dr.Dr. G. Steinhardt
Referent: Professor Dr. G. Theissing

Tag der mündlichen Prüfung: 18. März 1966

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	3
Anatomie	4
Entwicklungsgeschichte	6
Physiologie	7
Histologie der Schleimhaut	10
Histologie der Nerven	17
Riechzentren	31
Zentrale Leitungsbahnen	36
Zusammenfassung	47
Literaturverzeichnis	48
Lebenslauf	

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535727_0085

Im Laufe der phylogenetischen Entwicklung kam es zu einer außerordentlichen Vergrößerung des Großhirns (HOFMANN). Während sich einzelne Hirnteile mehr ausbildeten, wurden andere Zentren zurückgedrängt, so das Olfactoriuszentrum. Beim Menschen kann der Geruchssinn nur noch als rudimentär angesprochen werden. Aus diesem Grunde dürfen wir annehmen, daß das Geruchsorgan in seinem Leistungsvermögen Einbußen erlitten hat.

Nach alter Brocascher Klassifizierung wird die Reihe der Lebewesen in Makrosmatiker, Mikrosmatiker und Anosmatiker eingeteilt. Der Mensch wird zu den Mikrosmatikern gezählt; unter ihnen steht er aber überraschenderweise nicht an letzter Stelle (THIELEMANN). Hierzu stehen die Tiere im Gegensatz, denn sie sind Makrosmatiker und bei ihnen ist das Riechhirn wesentlich stärker entwickelt.

Damit hängen auch die unterschiedlichen Geruchsschwellen zusammen. Je näher die Tiere mit der Nase am Boden leben, desto mehr ist der Geruchssinn der führende Sinn (THIELEMANN). Bei den Tieren hängt von ihm die Genitalfunktion, Fortpflanzung und Ernährung ab. Man darf nun nicht annehmen, daß der Geruchssinn beim Menschen keine Rolle mehr spielen würde; er bestimmt vielmehr wesentlich die Stimmung des Augenblicks.

In der Klinik und beim praktischen Arzt wird die Riechfunktion nicht besonders hoch bewertet. Sie wird lediglich zur Diagnostik einiger Krankheiten, neben anderen Untersuchungen, mitverwendet. Nach Schädelbasisbrüchen, Schädelbasisblutungen

und bei verlegenden Nasenerkrankungen kann das Riechvermögen ganz oder teilweise verloren gehen. In der Neurologie wird mitunter die Geruchsprüfung zur Seiten- und Ortsbestimmung von Geschwülsten im Vorderhirn verwendet (THIELEMANN).

Anatomie.

Die geruchsempfindliche Schleimhautzone, die Regio olfactoria, befindet sich in der Nase des Menschen am Anfang der Atemwege. Sie liegt im obersten Nasenabschnitt am Nasendach und zwar am Septum und an der lateralen Nasenwand. Die Regio olfactoria nimmt im Vergleich zu der übrigen Schleimhautauskleidung der Nase, der Regio respiratoria, ein verhältnismäßig kleines Areal ein (FRÜHWALD). Dieses ist in der Regel 250 mm^2 groß. Die Ausbreitung unterliegt aber relativ großen Schwankungen. Die Regio olfactoria zeigt bei makroskopischer Untersuchung eine deutliche Verschiedenheit von der Regio respiratoria. Die Regio olfactoria hat eine gelblich braune Farbe, die aber bald nach dem Tode verschwindet, und das Epithel dieser Region ist höher (STÖHR jr., OTTOSON).

Bei den makrosmatischen Säugetieren bildet das Riechhirn einen mächtigen und selbstständigen Lappen, den Lobus olfactorius. Beim Menschen ist ein besonderer Lobus olfactorius nicht vorhanden. Zum Riechhirn gehört beim Menschen der Bulbus olfactorius, der an der orbitalen Fläche des Stirnlappens in eine sagittale Furche, den Sulcus olfactorius, eingelagert ist (VOSS, HERRLINGER). Er liegt als länglich ovale Anschwellung

von sehr wechselnder Größe auf der Lamina cribrosa des Siebbeins. An seiner ventralen Fläche nimmt er die Riechnerven, die Nervi olfactorii, auf. Diese kommen von der Riechschleimhaut der Nasenhöhle. Die Nervi olfactorii umhüllen sich mit scheidenförmigen Fortsätzen der Hirnhäute und der Subarachnoidalräume und anastomosieren im allgemeinen nicht miteinander (SPALTEHOLZ). Der Bulbus setzt sich als länglicher Strang, Tractus olfactorius, fort. Am hinteren Ende verbreitert er sich zu einem dreieckigen Feld, dem Trigonum olfactorium. Das Riechdreieck läßt an seiner unteren Seite drei weißliche Faserzüge erkennen. Die Stria lateralis zieht bogenförmig nach hinten und lateral, die Stria medialis geht nach hinten und etwas lateral, die Stria intermedia verläuft gerade nach hinten (SPALTEHOLZ). Der Pars posterior des Riechhirns gehört an der Hirnbasis die Substantia perforata anterior an. Dieses ungefähr viereckige Feld liegt hinter dem Trigonum olfactorium und hat zahlreiche Löcher für den Eintritt von Blutgefäßen (SPALTEHOLZ). Das Trigonum olfactorium geht ohne scharfe Grenze in das Riechfeld, die Area olfactoria, über, die zur basalen Riechrinde gehört.

Das Rindenzentrum des Riechhirns bildet vor allem die Hippocampus- oder Ammonshornformation. Das Rindengebiet beginnt frontal mit dem Gyrus subcallosus, der das Genu corporis callosi umfaßt und mit dem Stratum griseum des Balkens in Verbindung tritt. Von ihm führt um das Splenium corporis callosi der Gyrus fasciolaris abwärts und nach vorn, indem er in den Pes hippocampi mit dem Gyrus dentatus übergeht. Dazu kommt noch die obere, den Pes hippocampi tragende Fläche des Gyrus hippocampi mit dem

Uncus (BENNINGHOFF). Der dem Riechhirn angehörende Teil der Hirnrinde nimmt beim Menschen nur etwa 1/12 der gesamten Oberfläche der Hemisphären ein, während er bei makrosmatischen Säugetieren ihren größten Teil bilden kann (BENNINGHOFF).

Entwicklungsgeschichte.

Das Jakobsonsche Organ, das Organon vomeronasale, entwickelt sich bei vielen makrosmatischen Wirbeltieren im medialen Bereich des Riechsackes. Es liegt später im vorderen Teil der septalen Nasenwand als langgestreckter Schlauch und mündet in den Ductus incisivus aus (STARCK). Auch beim Menschen wird das Organ regelmäßig angelegt und erreicht kurz nach der Mitte der Schwangerschaft seine vollkommendste Ausbildung und bald darauf seine Rückbildung. Reste sind zur Zeit der Geburt noch nachweisbar.

Die Nasenanlage erscheint bei Embryonen von etwa 6mm Länge in Form von zwei Epidermisverdickungen, den Riechplakoden, im Bereich des Stirnfortsatzes. Diese senken sich zu Riechgruben ein und werden schließlich zu Riechschläuchen umgeformt (STARCK). Die Riechschleimhaut ist als uraltes phylogenetisches Erbteil anzusehen, da sich in ihr Verhältnisse vorfinden wie bei den primitivsten Wirbellosen, bei denen sich einzelne epitheliale Elemente zu Ganglienzellen umwandeln. Die Riechplakode der Wirbeltiere und des Menschen ist diesem Epithel der niedersten Tiere durchaus homolog (KOLMER). Das Sinnesepithel der Nase geht aus dem Material der Riechplakode hervor. Die Neuroepithel-

zellen differenzieren sich in der Peripherie und ihre Axone laufen zum Bulbus olfactorius und erreichen diesen im zweiten Schwangerschaftsmonat. Riechschleimhaut findet man bei Embryonen von 25 mm Länge noch auf der mittleren Nasenmuschel (STARCK).
Das Riechhirn entwickelt sich aus dem Telencephalon. Auf diese Weise werden Teile des Stammgebietes, der Bulbus olfactorius, in die Peripherie hinausgeschoben. Demnach stellen die vom Bulbus olfactorius ausgehenden, in den Stamm eintretenden Fasern des Tractus olfactorius einen Teil des subcerebralen Stammgebietes dar. Es können deshalb nur die Fila olfactoria als periphere Nerven gelten (PERNKOPF).

Physiologie.
Das Geruchsorgan orientiert uns über die eingeatmete Luft (VOSS, HERZINGER). Durch die große Zahl von "Riechhärchen" auf der Oberfläche der Riechschleimhaut wird diese sehr vergrößert, was für die Physiologie des Riechvermögens äußerst wichtig ist (ENGSTROM).

Über die Geruchsvermittlung gibt es verschiedene Theorien. Die Energie-Theorie von NICCOLINI geht davon aus, daß ein Molekül über eine gewisse nach außen strömende Energie verfügen muß, um überhaupt gerochen werden zu können. Der Sekretschleim sorgt als biochemisches Mittel für die Übertragung der osmogenen Energie zum Neuroepithel. FORTUNATO stellt sich Mikroreaktionen

zwischen benachbarten Molekülen der Schleimhaut vor, die wieder in ihre Ausgangsstellung zurückkehren, sobald sich die energetische Welle erschöpft hat.

Für die Unterscheidung bestimmter Gerüche und Duftstoffträger soll in der Riechzone der Nase ein Schema der räumlichen Verteilung spezifischer Rezeptoren sein. Wahrscheinlich besteht auch ein Schema für die zeitliche Entwicklung der Geruchsempfindung (BARTUAL). TAKATA vertritt die Ansicht, daß bei schweren Läsionen des Nervus trigeminus, der Geruchssinn wesentlich eingeschränkt ist, daß aber ein Fehlen des Bulbus olfactorius keine auffallenden Ausfallserscheinungen mit sich bringt. Er hat allerdings dabei nicht zwischen den sogenannten reinen und den unreinen Riechsubstanzen unterschieden.

Das Organon vomeronasale ist ein Spezialorgan im Dienste des Geruchssinnes. Säugern soll es als Spürsinnesorgan dienen (STARCK).

a) Chemische Zusammensetzung der Zellen und Drüsen.
Die Riechzellen enthalten azetotische Esterasen, Phosphatasen, Lipoide, Ribonucleoproteide und sulfhydrilische Gruppen (WAGEMANN). Die Stützzellen sind aus verschiedenen sauren Phosphatasen, Esterasen, Lipoiden, Ribonucleotiden und sulfhydrilischen Gruppen zusammengesetzt, auch sind Mucopolysaccharide und alkalische Phosphatasen gefunden worden (WAGEMANN). Außerdem fand KOLMER in den Stützzellen ein dunkelbraunes Pigment, das schon beim ausgetragenen Foetus vorhanden ist, ein Beweis gegen die

Auffassung als Abnützungspigment. TAKATA sah dagegen bei Ausfall der Nasenatmung viel Pigment in der Regio olfactoria. Der Autor spricht in diesem Fall von Abnutzungspigment. Dabei ist auch die Riechempfindung mehr oder weniger zurückgebildet. ADRIAN fand, daß eine tiefpigmentierte Riechfläche besser Geruchsreize aufnimmt als eine nicht pigmentierte. Das Pigment der Stützzellen und der Bowmannschen Drüsen besteht aus einem Chromolipoid (DE AMICIS, GEREBTZOFF und SCHKAPENKO). Die tubulösen Bowmannschen Drüsen erzeugen gemischtes serös-schleimiges Sekret. Dieses besteht aus azetotischen und neutralen Mucopolysacchariden und aus alkalischen Phosphatasen, deren Menge je nach Geruchsreiz schwanken soll (WAGEMANN). Früher sah man das Drüsensekret ausschließlich als Mittel zur Benetzung an. Inzwischen nimmt man an, daß das Sekret in den Mechanismus des Riechprozesses eingreift (NICCOLINI und FORTUNATO).

Die Kapillarversorgung der Regio olfactoria ist individuell verschieden. Beim Neugeborenen findet man Kapillaren die in die Epithellage vorgeschoben sind, beim Erwachsenen sind sie meist zurückgebildet, und man sieht bei ihm keine Kapillaren im Epithel. Vasale Sperrvorrichtungen können die Sauerstoffzufuhr und Sauerstoffabfuhr regeln (WAGEMANN).

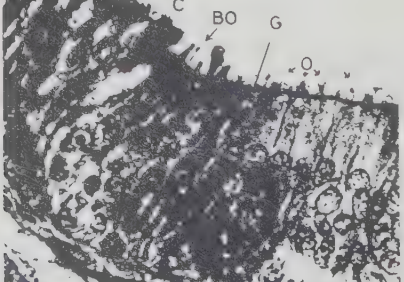
Die Hauptversorgung des Bulbus olfactorius mit Blut geschieht in den meisten Fällen durch die Arteria cerebralis anterior. Manchmal kommt es auch zur doppelten Versorgung; dann kommt ein Ast von der Arteria cerebralis anterior und einer von der Arteria ethmoidalis posterior. Die arterielle Versorgung der Fila

olfactoria unterhalb der Lamina cribrosa erfolgt durch die Arteria ethmoidalis anterior, während nach dem Durchtritt der Fila olfactoria durch die Lamina cribrosa die Versorgung der Nervenfasern von der Arteria ethmoidalis posterior übernommen wird (LIBERSA).

Histologie der Schleimhaut.

Bis jetzt wurden nur wenig Untersuchungen über den histologischen Aufbau der Regio olfactoria des Menschen angestellt. Wegen der relativen Kleinheit und der schlecht zugänglichen Lage des Riechepithels kann man selbst bei Operationen nur schwer Material entnehmen, zumal auch Riechstörungen aus der Gewebsentnahme resultieren können.

Deshalb wird allgemein postmortales Gewebe verwendet. Dies sollte möglichst bald entnommen werden, bevor weitere Veränderungen eintreten und die Regio olfactoria dann auf Einzelheiten nicht mehr untersucht werden kann.



Grenze zwischen Regio respiratoria und Regio olfactoria des Menschen. Auf der Oberfläche ist links Flimmerepithel zu sehen. (Nach ENGSTRÖM und BLOOM

C = Cilien

O = "Hervorragungen" der Regio olfactoria.

G = intrazelluläre Granulationen

BO= Grenze zwischen Regio respiratoria und Regio olfactori

Bei mikroskopischer Betrachtung kann man ohne Schwierigkeiten zwischen der respiratorischen - und der Riechregion einwandfrei unterscheiden. Die Grenze des Riechepithels ist im allgemeinen unregelmäßig. Diese Unregelmäßigkeit kommt dadurch zustande, daß Teile des Epithels zum Beispiel durch katarrhalische Prozesse zerstört und dann durch Respirationsepithel ersetzt werden (KALLIUS). Neuerdings nimmt man an, daß sich zerstörtes Riechepithel nach vielen Monaten wieder ganz regeneriert (SCHULTZ). Ebenso gibt es viele Varietäten in der Struktur der Riechregion (KOLMER). Die Dicke der Schleimhaut, Größe der Zellen und Riechbläschen sind großen Schwankungen unterworfen. Bei verschiedenen Tieren ist der Unterschied ebenso groß. Der unterschiedlichen Ausbildung der Riechschleimhaut geht die Ausbildung des Bulbus olfactorius beziehungsweise des Lobus olfactorius und der Lamina cribriformis parallel (NEGUS).
Über den Aufbau der Riechschleimhaut sind sich die meisten Autoren einig (TARTA, VOSS, HERRLINGER, LEZYŃSKA). Basalwärts von der eigentlichen Riechschleimhaut liegt die Tunica propria. Diese wird von der Riechschleimhaut durch eine Basalmembran getrennt (GEREBTZOFF und PHILIPPOT). Andere Autoren konnten jedoch keine Basalmembran feststellen (SCHULTZ, BLOOM). Darauf folgen die Basalzellen, Stützzellen und Riechzellen.

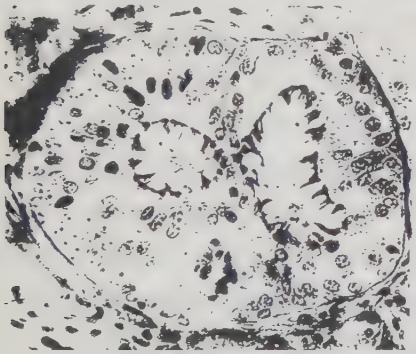
"Hervorragungen" auf der Oberfläche der Regio olfactoria. (Nach ENGSTRÖM und BLOOM)

Die Tunica propria enthält außer Chromatophoren, wechselnden Mengen von Lymphocyten und Granulocyten auch die Bowmannschen Drüsen (WAGEMANN). Diese scheinen fast noch mehr individuellen Schwankungen unterworfen zu sein als das eigentliche Riechepithel, hinsichtlich Zahl, Größe und Ausbildung von Einzelheiten (KOLMER). Gelegentlich sind Drüsenalveolen bis ins Epithel vorgeschoben, auch schon beim Neugeborenen. Manchmal sind die Drüsen wiederum nur sehr schwach entwickelt, sodaß man ihre volle Ausbildung erst im postfoetalen Alter annehmen muß. Die Glandulae olfactoriae sind nicht streng auf die Riechregion beschränkt, sondern kommen auch in ihrer Nachbarschaft vor (BARGMANN).

Die Drüsenzellen sind rundlich, kuboid oder zylindrisch, oft mit verschiedenen Zellhöhen. Meist enthalten sie in ihrem Cytoplasma eine Anzahl von kleinen Granula, die mit Silber gut darstellbar sind. Sie haben normalerweise einen Durchmesser von 9 µ. Der leicht ovale Kern ist 6 x 5 µ groß (TAKATA). Die Wände der Ausführungsgänge sind im allgemeinen relativ dick und haben ein zylindrisches Epithel mit einer großen Anzahl von Cilien. Das Drüsenlumen ist oft unregelmäßig und die Drüsenzellen können wechseln zwischen zwei und mehreren Schichten von Zylinderzellen bis zu einer einfachen Schicht von niederen Kuboidzellen.

An der Stelle, an der die Drüsen das Riechepithel durchdringen, sind die Ausführungsgänge sehr eng und werden von schmalen Epithelien mit kleinen flachen Kernen gebildet. Dies ist besonders bei vielen Tieren der Fall. Beim Menschen ist manchmal unter

dem Riechepithel eine Erweiterung des Ausführungsganges gefunden worden. Die Drüsen sind nur ausnahmsweise verzweigt und haben an der Grenze der Riechregion eine seltsame Struktur (ENGSTRÖM, BLOOM). Die mit Cilien besetzten Ausführungsgänge haben einen geschlungenen Verlauf, ihre Dicke beträgt 60 u (BARGMANN). KALLIUS hat schon 1905 beschrieben, daß die Bowmannschen Drüsen sich in cilienbesetzte Krypten entleeren, was aber von KOLMER und anderen bezweifelt wird.



Drüse mit cilienbesetztem Oberflächenepithel (Nach ENGSTRÖM und BLOOM).

Die Drüsen und Ausführungsgänge enthalten eine große Anzahl von kelchartigen Zellen, und es würden auch oft einige Zellen gefunden, die gelbe oder braune Pigmentgranula enthalten (ENGSTRÖM, BLOOM, VON BRUNN). Solche granulierten Zellen sind in großer Anzahl im Bindegewebe dieser Region gefunden worden und sie sind meist reichlich vorhanden in den Submucosazellen der Riechregion.

An einigen Schleimhäuten wurde unter der Basalmembran eine Zellart im Bindegewebe gefunden, die eine flach ausgebreitete Schicht bildete und die auffallend viele Granula hatte (KOLMER). Diese

Zellen fielen mit ihrer Ausbreitung genau mit der Ausdehnung der Regio olfactoria zusammen. Innerhalb der Zellen fanden sich eigenartige Vakuolenbildungen. Diese Zellen kamen am Rande der Regio olfactoria häufig vor. Die Hohlräume in den Zellen waren reichlich mit Cilien besetzt, die von den Basalkörperchen ausgingen, und radiär in die meist runden Vakuolen hineinragten. Diese Vakuolen waren oft blasig aufgetrieben und mit Schleim gefüllt, sodaß der Kern der Zellen an den Rand gedrückt wurde, wie das bei Fettzellen meist der Fall ist (KOLMER).

In histologischen Schnitten kann die Regio olfactoria oft an dem charakteristischen Aussehen der pyramidenartigen Basalzellen erkannt werden. Sie bilden eine deutliche Schicht auf dem Rand des darunterliegenden Bindegewebes, der Tunica propria (ENGSTRÖM, BLOOM). Gewönnlich sind sie ziemlich dünn angeordnet und hängen untereinander durch protoplasmatische Fortsätze zusammen (SCHULTZ). Bei der Ratte sind die Kerne der Basalzellen längsoval und mit der Achse parallel gestellt, im Gegensatz zu den übrigen Zellen der Basalmembran (TAKATA).

Die Stützzellen breiten sich durch die ganze Dicke der Epithelschicht der Regio olfactoria aus. Im Bereich der Stützzellen finden sich durch Fortsätze hergestellte Zusammenhänge mit Nachbarzellen und zwar an der Basis des Epithels (LOCATELLI). Dieser Befund ist daraus zu erklären, daß die Stützzellen von den Basalzellen abstammen. Die säulenförmigen Körper der Stützzellen, die sich nach der Lamina propria zu verbreitern, tragen einen ovalen Kern im apikalen Abschnitt.

Viele Autoren fanden Bündel von Tonofibrillen in den Stützzellen (ENGSTRÖM, BLOOM und KÖLLER). Diese dunkelfärbbaren Fibrillen sind vor allem im oberen verjüngten Teil wahrzunehmen. Sie setzen an der Basalmembran in einem einzigen Stützkegel, manchmal auch etwas aufgespalten, an. Gegen die freie Oberfläche der Zellen zu, meistens nahe der distalen Kernoberfläche, unterteilen sich die Fibrillen in zwei oder drei zarte Fäserchen, die schließlich an der Zelloberfläche endigen. Außerdem waren auf der Oberfläche dieser Stützzellen "Häutchenschichten", die ein Netzwerk für die oberen Riechelemente bilden (ENGSTRÖM, BLOOM). ECKER beschrieb diese oberen Enden beim Menschen als Cilien, andere Autoren (STÖHR, BLOOM) schreiben von einem einzigen dünden Härchen an der Oberfläche der Stützzellen, die diese Verfasser mit den äußeren Segmenten der Retinazellen vergleichen. Außerdem fanden diese Autoren und auch OTTOSON anstatt der "Häutchenschichten" eine Schleimschicht auf der Oberfläche der Stützzellen, in die die einzelnen "Riechhaare" eingebettet sind.
Die interessantesten und wichtigsten der drei Zellarten sind die Riechzellen. Sie werden in die chromatinreichen tätigen Zellen im oberflächlichen Teil klassifiziert und in die Ruhezellen im basalen Teil. Diese vermehren sich durch mitotische Teilung und gehen in tätige Zellen über (NAGAHARA). Gewöhnlich liegen die Riechzellen in der mittleren Schicht, manchmal mehr an der Oberfläche oder an der Basis (SCHULTZ).

Riechepithel des Menschen.
(Nach BARGMANN).
1 = Stützzellen
2 = Kerne der Riechzellen
3 = Basalzellen
4 = Tunica propria
5 = Riechkegel mit Härchenbesatz.

Die Riechzellen sind langgestreckte, spindelförmige Zellen und sie haben einen runden Kern, der zentralwärts verschoben ist (MÜLLER, WAGEMANN, VOSS, HERRLINGER). Die Sinneselemente der Riechzellen sind zwischen die Stützzellen eingebettet, sodaß diese ihnen einen ausreichenden Halt bieten (HIRSCH). In der Riechzelle wurden unterhalb des Kernes bei allen untersuchten Säugetieren eine große Menge Granula verschiedener Größe gefunden (SLOTWINSKI). Nach CHAMPY sind die Granula zu fixieren und mit Eisenhämatoxylin schwarz zu färben. Der Verfasser bezeichnet diese Granula als "fuchsinophil oder violettophil". Die Größe und der Bau der Kerne der Riechzellen ist von der Fixierungsflüssigkeit und der Dauer der Fixierung abhängig (SCONINA). Der Verfasser verwandte bei seinen Versuchen

Kresylviolett. Unterschiede in der Dichte der Kerne waren aber immer erkennbar. Daraus zieht der Autor den Schluß, daß die morphologisch nicht allzu unterschiedlichen Bezirke, sich physiologisch doch verschieden verhalten.

Histologie der Nerven.

Zur Darstellung des peripheren Nervensystems werden die Beizenfärbung mit Ammoniummolybdat-Toluidinblau, die Goldimprägnationsmethoden, die Silberimprägnationsmethoden und die viatale Methylenblaufärbung angewandt. Seit Einführung der beiden zuletzt genannten Methoden wurde nachgewiesen, daß die Riechzelle eine bipolare Ganglienzelle ist (KOLMER). Von der Riechzelle geht ein dicker peripherer Fortsatz zum Oberflächenepithel, während sich die zentralen feinen Fortsätze in der Submucosa zu Bündeln von Riechnerven vereinigen (WARWICK, KOLMER). Die Neurofibrillen sind neben den Nisslschollen und Cytochromatin besonders charakteristisch für Ganglienzellen. Daß diese Substanzen in der Riechzelle nachgewiesen wurden ist ein Verdienst KOLMERS. Er fand diese Neurofibrillen zuerst in den Riechzellen der Fische, später dann bei den Säugetieren. Es ist ihm gelungen nach der Bielschowskymethode Neurofibrillen in der Umgebung des Kernes und ober- und unterhalb dieses Zellabschnittes zur Darstellung zu bringen.

Um das Vorhandensein des peripheren Fortsatzes zu zeigen und seine Funktion als Empfänger für Riechstoffe darzulegen, führte MASCEJI eine Vitalfärbung des Riechepithels der Maus mit Trypan-

blau durch. Nach Einspritzung dieser Lösung in die Nasenhöhle erfolgte elektive Färbung der Riechzellen. Das Trypanblau ist bereits nach zehn Minuten durch den peripheren Fortsatz der Riechzellen in den Zelleib eingetreten und hat den Kern tief gefärbt. Vor dem Eindringen der Farbe ist der Kern deutlich verkleinert. Nach zwei bis vier Tagen Vorbehandlung der Maus tritt Trypanblau aus den Riech- in die Stützzellen über. Allmählich sinkt der Farbstoff in den basalen Teil der Stützzellen herab. Dreißig Tage nach der Einspritzung sehen die Riechzellen alle normal aus und besitzen wieder ein deutlich sichtbares Kernkörperchen. Demnach wird angenommen, daß Riechstoffe leicht in den Zelleib der eigentlichen Sinneszellen gelangen können. Der Dendrit des peripheren Fortsatzes ist gewöhnlich dicker und unterschiedlicher in seiner Form als das Axon (SCHULTZ). Er kann die Form eines zierlichen bajonettartigen Haares haben, oder es kann ein dicker Fortsatz sein. In anderen Fällen hat er apfelförmige oder fingerähnliche Enden. Man hat den verschiedenen Formen verschiedene Geruchswahrnehmung zugeschrieben. TAKATA schreibt von einem zwei bis drei µ großen Fortsatz, dem Riechbläschen, von dem "Riechhärchen" ausgehen. Andere Autoren fanden keine Cilien oder Fädchen an der Oberfläche des Riechepithels, sondern sie sahen die Dendriten als eine große Zahl von kleinen Bläschen, sogar mit einigen breiten Anschwellungen (ENGSTRÖM, BLOOM). Viele Autoren hielten diese Bläschen für einen postmortalen Wechsel der Struktur, aber sie wurden in sorgfältig präparierten und gut fixierten Präparaten auch ge-

sehen. Im gewöhnlichen Lichtmikroskop treten die bläschenartigen Gebilde als Zerklüftung verschiedener Größe hervor. Im Innern sind sie vakuolisiert. Die Oberfläche erscheint fein granuliert und ist mit ein bis zwei µ langen, sehr dünnen fadenförmigen "Hervorragungen" bedeckt. Bei Benützung des Lichtmikroskopes ist die Zahl dieser "Haare" nicht genau feststellbar. BRUNN gibt sie beim Menschen mit fünf bis sechs an, beim Kaninchen mit zehn bis vierzehn (WARWICK). Auf Grund von Errechnungen schätzt er die Dichte dieser "Haare" beim Kaninchen auf 150.000 pro mm^2.

ENGSTRÖM und BLOOM wandten eine Spezialtechnik für das Schneiden ihrer Riechschleimhaut an. Mit Hilfe dünner Glasmesser haben sie die obersten Oberflächenstrukturen abgeschnitten, um sie dann im Elektronenmikroskop zu studieren. Für die Präparate, die mit dem Elektronenmikroskop untersucht werden, benutzt man im allgemeinen mit Veronal gepufferte oder ungepufferte Osmiumsäurelösung als Fixierungsmittel, neben anderen normalerweise verwendeten Fixierungsmitteln. Bei Betrachtungen mit dem Elektronenmikroskop fanden ENGSTRÖM und BLOOM Bläschen mit einer großen Zahl von dünnen fingerähnlichen "Hervorragungen"; sie hatten damit eine bis dahin unbekannte Struktur im Olfactoriusepithel gefunden. Es ist möglich, daß in der Riechregion vorragende, blasenähnliche, zentral vakuolisierte Strukturen sind, die manchmal Lipidgranula enthalten. Rund um diese zentrale Struktur findet sich eine knutchenartige protoplasmatische Einhüllung mit der großen Anzahl fingerförmiger "Hervorragungen".

In osmiumsäurefixierten Proben scheint die Wand der "haarähnlichen Organellen" eine feine granulierte Struktur zu haben. Bei Formol als Fixierungsmittel haben sie eine gleichmäßige Dicke, bei Anwendung von Osmiumsäure bleibt das äußere Ende geschwollen. Auch nach späteren Untersuchungen trägt die Neuroepithelialzelle am peripheren Abschnitt ein Bläschen, von dem Riechwimpern oder Cilien abgehen, die in das serös schleimige Nasensekret eingebettet sind (FORTUNATO, DE LORENZO). Während diese Autoren starre Riechhärchen annehmen, nimmt VINNIKOW eine Beweglichkeit derselben an. Die Anzahl der "Haare" auf einem Bläschen schätzen diese Verfasser beim Menschen auf einige hundert bis mehrere tausend. Ihre Länge wird mit zwei Microne, ihr Durchmesser mit 0,1 μ angegeben.

Eine ziemlich große bläschen- oder blattähnliche "Hervorragung" auf der Oberfläche der Regio olfactoria des Menschen (Nach ENGSTROM und BLOOM).

Die fingerförmigen Wimpern oder Bläschen der Sinneszelle sind ein wenig grober und stumpfer als die Flimmerhärchen des Respirationsepithels. Darüber hinaus sind auch fingerförmige "Härchen"

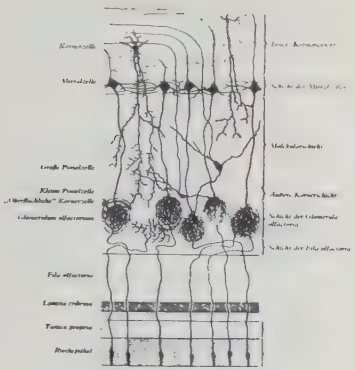
der Stützzellen beschrieben (...). Fährt man eine Differenzierung der "Kürchen" der Stützzellen und der Riechzellen nicht durch, kommt man zu einem falschen Schluß des elektronenoptischen Bildes (...). So mag möglich die oben angeführte große Zahl von Riechhürchen zustande gekommen sein (... CLARK). Diese "Hervorragungen" und "Hürchen" sind mit den Cilien nicht identisch, weil sie keine zentrale fibrilläre Struktur, keine Basalkörperchen und keine Wurzelfasern haben.

In der Umgebung der Crista galli und in der Gegend der Siebbeinplatte wurden bei der weißen Ratte sichere Anteile des Systems des Nervus terminalis gefunden (...). Neben den Fasern des Olfactorius fanden sich Bündel des Trigeminus, ... haltigen, marklose Fasern enthalten. Die Trigeminusfasern ließen sich bis zur Schleimhaut verfolgen, in der sie sich verzweigten. Einzelne Fäden liefen auch mitten in den Riechfaserbündeln. Alle fraglichen Fasern, die sympatischen Ursprungs waren, ließen sich auf den Plexus caroticus zurückführen, ... ließen sich noch an präkapillären Arterien von 5 u Durchmesser als Plexus nachweisen. Kleinste Fäserchen, wahrscheinlich sympatischen Ursprungs, fanden sich auch an den Drüsen der Regio olfactoria. Bei der Ratte dürfen gewissermaßen die Rami etmoidales trigemini als trophische Nerven der Regio olfactoria bezeichnet werden.

Beim Menschen fand ... in bestimmten Anteilen der Riechschleimhaut im Epithel verstreut große Zellen, die sich durch den Fibrillenbefund als unzweifelhaft nervöse Elemente charakte-

risieren. Weiter wies er im Bereich der ganzen Riechschleimhaut marklose Nervenfasern nach und viele freie Nervenendigungen. Der Autor konnte auch in der Schleimhaut des Jakobsonschen Organs typische Nervenzellen nachweisen, die ebenfalls eine schöne Neurofibrillenstruktur erkennen ließen. Er konnte aber nicht entscheiden, ob die von diesen Nervenzellen abgehenden Fasern dem Nervus olfactorius oder dem Nervus terminalis angehören.

Von den Bläschen der Riechzellen winden sich wellenförmige fadenähnliche Fortsätze von ziemlich konstantem Durchmesser zwischen den Stützzellen und den Zellen der Basilarschicht hindurch. Von hier bilden sie zentripetale Nervenfasern (ENGSTRÖM, SCHULTZ), die sich zu den Strängen der Fila olfactoria vereinigen und von zartem Bindegewebe eingescheidet sind. Sie werden reichlich mit Kapillaren versorgt und treten dann zu den gröberen Bündeln der Fila olfactoria zusammen (TAKATA). Die Fila olfactoria sind marklose Fasern. Sie können leicht von den sich verästelnden Anteilen des Trigeminus unterschieden werden, da diese erst beim Eindringen in das Epithel ihre Markscheide verlieren (WAGEMANN). Die Fila olfactoria bestehen aus Zügen, die hunderte bis tausende Fasern umfassen. Die in den Fila sichtbaren ovalen Kerne entsprechen offenbar den Schwannschen Scheidenzellen. Bindegewebe ist in feinster Lage als Endoneurium, etwas dicker als Perineurium, nachzuweisen.

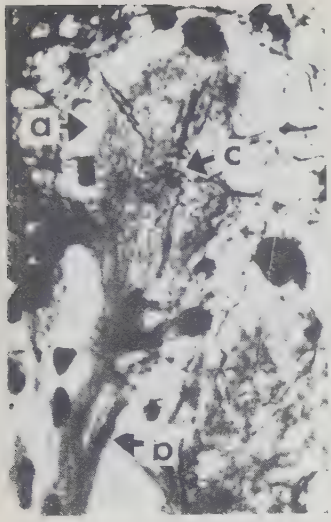


Schema des Baues der Riechschleimhaut und des Bulbus olfactorius.
Aus CLARA, das Nervensystem des Menschen, 1942.
(Nach BARGMANN)

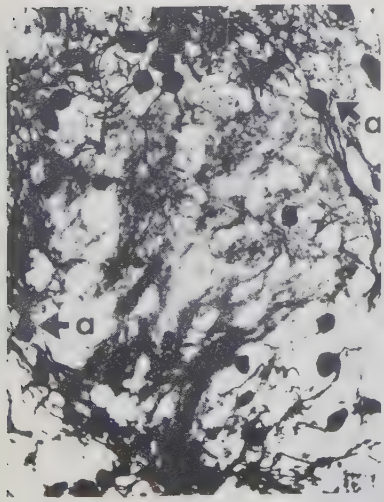
Die Erregung der Riechzellen wird also durch die von denselben abgegebenen Fasern, die den Nervus olfactorius bilden, nach Durchdringung der Lamina cribrosa, zentralwärts zum Bulbus olfactorius geleitet (HIRSCH). Die Fila olfactoria enden innerhalb der Glomeruli des Riechkolbens mit einer in sich geschlossenen Öse. Die Riechzelle erweist sich für die Fila olfactoria und deren Aufsplitterungen in den Glomerulis als trophisches Zentrum (TAKATA). Das erste Neuron endet im Bulbus olfactorius (HIRSCH). Hier beginnt auch das zweite, das durch die sogenannten Mitralzellen des Bulbus und dessen Faserung dargestellt wird. Dieses endet teils in der Rinde, teils durchzieht es dieselbe. Die Fasern aus den Mitralzellen beziehungsweise aus der Rinde des Tractus olfactorius bilden teils die mediale, teils die laterale Riechwurzel, teils ziehen die Fasern über die vordere Kommissur zu den Riechzentren der anderen Seite.

In seiner Beschreibung über den Bulbus olfactorius berichtet ROSE, daß das Stratum fibrosum und das Stratum glomerulosum an der Oberfläche des Bulbus olfactorius beim Menschen schwächer ausgebildet ist als zum Beispiel bei der Maus. Das Stratum granulosum externum zeigt beim Menschen ein lockeres Gefüge. Nach innen vom Stratum granulosum externum liegt eine beim Menschen schwach entwickelte Zellage, das Stratum moleculare externum. Darauf folgt das Stratum pyramidale internum. Einen Ventrikel fand ROSE im Innern des menschlichen Riechkolbens nicht. Auch LISS konnte keine bulbäre Kammer finden. Andererseits wurden beim menschlichen Embryo zahlreiche ependymale Zellen im zentralen Teil des Bulbus beschrieben. Man stellt aber fest, daß diese Zellen im frühen postuterinen Leben verschwinden (WEISS, BRUNNER).

LISS hat die Schichten des menschlichen Bulbus olfactorius anders differenziert. Er konnte vier Schichten unterscheiden. Die erste Schicht besteht aus den myelinhaltigen Fasern der Olfactoriusfäden. Die Glomeruli der zweiten Schicht bestehen aus einem dichten Netzwerk von Fasern der Olfactoriusfäden. In der Mitte der Glomeruli ist ein kugelförmiges Bündel, das von den Dendriten der Mitralzellen gebildet wird.



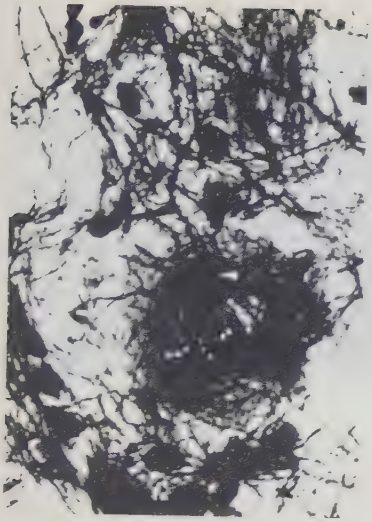
Glomerulus (a), der durch die Fila olfactoria (b) gebildet wird. In der Mitte des Glomerulus ist ein Neuron (c). (Nach [illegible])



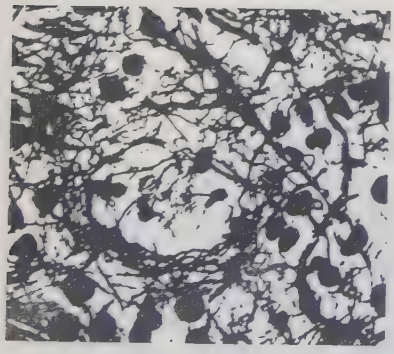
Ein Glomerulus, der von den Fasern der umliegenden Neuronen (a) umgeben wird. (Nach DISS)

Die dritte Schicht ist die Ganglienschicht. Sie ist verwickelt aufgebaut und besteht aus sechs Typen zusammenhängender Neuronen. Die Mitralzellen sind die größten Bestandteile und haben wie schon angeführt, zwei oder drei sehr lange Fortsätze, die den zentralen Kern des Glomerulus bilden. Die Zahl der Mitralzellen ist stark individuellen Schwankungen unterworfen. Die Mitralzellen sind besonders anfällig und zeigen häufig regressive Veränderungen (DINOLT). Diese Veränderungen können von peripheren Schädigungen des Riechapparates abhängig sein oder bei kachektischen Individuen auch ohne periphere Abhängigkeit, aber mit zentral nervöser Schädigung vorkommen (DINOLT). Die Mitralzellen sind in einem Netzwerk unregelmäßiger Maschen oder in kleinen Haufen angeordnet. Die Büschelneuronen sind kleiner als die Mitralzellen und kommen entweder mit diesen vor oder mit Astroglia. Große bipolare Neuronen gibt es nur wenige und sie haben reichlich Verbindung zu den sternförmigen Neuronen. Diese sind sehr zahlreich und stellen den verbreitetsten Typ der kleinen Neuronen in der Ganglienschicht dar. Nun gibt es noch kleine Neuronen, die die Glomeruli umgeben und kleine Neuronen, die mit den Mitral- und Büschelneuronen verbunden sind.

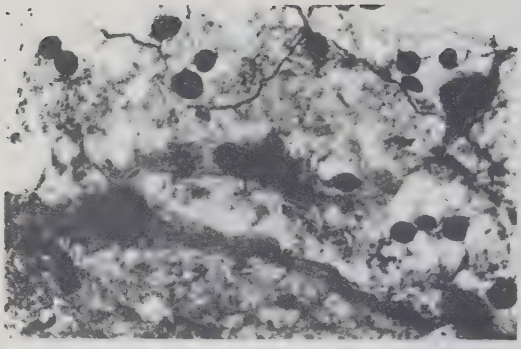
Mitralzelle mit einem langen dicken Dendriten, von dem Fasern in den Glomerulus eintreten. (Nach LISS)



Ein Glomerulus mit fibrillärer Struktur, die durch die Dendriten der Mitralzellen gebildet wird. (Nach LISS)

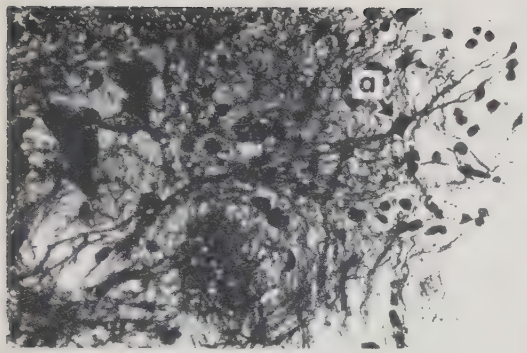


Astrocyten, die ein dichtes Netzwerk rund um einen Glomerulus bilden. (Nach LISS)



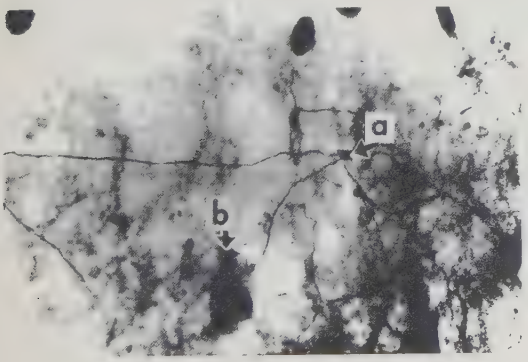
Mitralzellen mit runden oder ovalen Kernen, die untereinander durch protoplasmatische Fortsätze verbunden sind. (Nach LISS)

Gruppe von Mitrazellen (a) und Büschelzellen (b). (Nach LISS)



Kleines Neuron mit zahlreichen Fortsätzen. Einige davon umgeben einen Glomerulus, andere vermischen sich mit den Fasern der Ganglienschicht. (Nach LISS)

Anschließend kommt noch die vierte Schicht mit den Fasern des Tractus olfactorius. Hier sind myelinhaltige und nicht myelinhaltige Nervenfasern, die parallel angeordnet sind, kennzeichnend. Zwischen den Fasern sind große bipolare-, große multipolare- und kleine Neuronen.



Ganglienschicht. Kleines Neuron mit langen dünnen Fortsätzen, die am Körper von großen Neuronen endigen. (Nach LISS)

Es hat sich gezeigt, daß die Anzahl der Fasern und zellulären Elemente im Verhältnis zur Schärfe des Geruchsinnes stehen. Bei makrosmatischen Tieren sind viel mehr Fasern gefunden worden als beim Menschen (LISS).

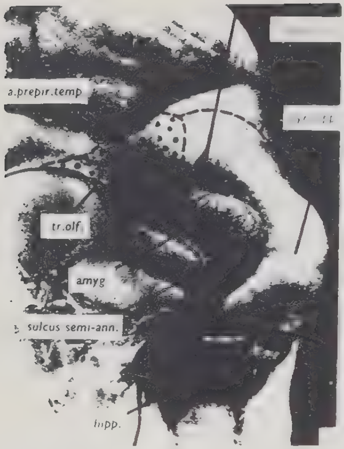
RIECHZENTREN.

Primäre Riechzentren.

Diesen Zentren gehören der Bulbus olfactorius, der Tractus olfactorius, das Trigonum olfactorium, die Substantia perforata anterior, das Septum pellucidum, der Gyrus subcallosus und die Area parolfactoria an. Die vordere Kommissur verbindet die primären Zentren beider Seiten miteinander (SPALTEHOLZ, ABDERHALDEN).

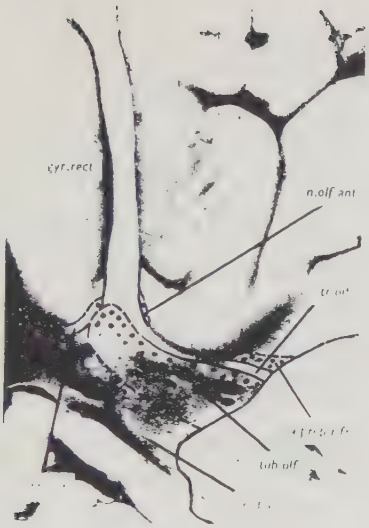
Sekundäre Riechzentren.

Der Tractus olfactorius weicht hinten in die Stria olfactoria medialis und die Stria olfactoria lateralis auseinander. Dazwischen liegen das Trigonum olfactorium und die Area olfactoria, die ein Teil der Substantia perforata ist. Diese beiden Gebiete werden von STARCK und FRICK zu den sekundären Riechzentren gerechnet, während sie von anderen Autoren (SPALTEHOLZ) zu den primären Zentren gezählt werden. SIEGLBAUER rechnet den Gyrus subcallosus zu den sekundären Riechzentren. Außerdem gehört noch der Nucleus olfactorius anterior, die Area praepiriformis und die praepiriforme Rinde zu den sekundären Zentren (ALLISON).



Sekundäre Olfactoriusgebiete im menschlichen Gehirn.
(Nach [illegible])

a. prepir. temp.	:	vorderer Teil der Area praepiriformis.
tr. olf.	:	Tractus olfactorius.
amyg.	:	Nucleus amygdalus.
sulcus semi ann.	:	Sulcus cingulus.
hipp.	:	Hippocampus.
sulcus rh.	:	Sulcus rhinalis.
gyr. hipp.	:	Gyrus hippocampus.



Gyr. rect.	:	Gyrus rectus
n. hipp. ant.	:	Nucleus hippocampus anterior
n. olf. ant.	:	Nucleus olfactorius anterior
a. prepir. fr.	:	Area praepiriformis frontalis
tub. olf.	:	Tuberculum olfactorium ≙ Trigonum olfactorium
n. diag. b.	:	Nucleus des diagonalen Bandes ≙ Area subcallosa.

Vom Tractus olfactorius lateralis ziehen Fasern zu weiter caudal gelegenen Gebieten an der Medialseite des Schläfenlappens und zwar zum Corpus amygdaloideum, zur periamygdalären Rinde, zum Gyrus ambigiens, zum Gyrus semilunaris und zur Area posterior. Diese caudalen Anteile der sekundären Riechzentren bilden bei Makrosmatikern ein ausgedehntes Areal, den Lobus piriformis

(STRICK und FRICK).

Tertiäre Riechzentren.

Diese Riechzentren werden von der Hippocampusformation gebildet, die vorwiegend ein efferentes System ist. Diese Formation wird in fünf Gebiete unterteilt. Es sind dies der Hippocampus, der Gyrus dentatus, die Faserbahn des Fornix mit der Fimbria, die Parahippocampusrinde und der Gyrus paraterminalis (≙ dem Gyrus diagonalis ≙ dem Gyrus subcallosus) (STRICK und FRICK). Der Isthmus gyri fornicati soll das Erinnerungszentrum für Gerüche darstellen (ABDERHALDEN).

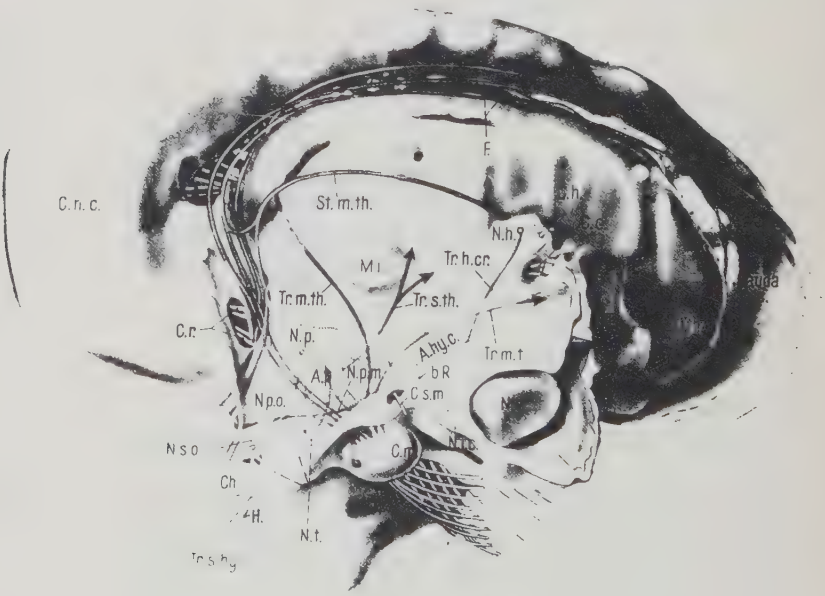


Abb. [illegible] (nach PFANNENSTIEL)

A.hy.c.	=	Area hypothalamica caudalis
A.p.	=	Area periventricularis
b.R.	=	basales Riechbündel
C.c.	=	Commissura caudalis
C.h.	=	Commissura habenularum
Ch.	=	Chiasma fasciculi optici
C.m.	=	Corpus mamillare
C.n.c.	=	Caput nuclei caudati
Cauda n.c.	=	Cauda nuclei caudati
C.r.	=	Commissura rostralis
C.s.m.	=	Commissura supramamillaris
F.	=	Fornix
H.	=	Hypophysenstiel
M.i.	=	Massa intermedia
N.h.	=	Nucleus habenulae
N.i.c.	=	Nucleus intercruralis
N.p.	=	Nucleus paraventricularis
N.p.m.	=	Nuclei praemamillares
N.p.o.	=	Nucleus praeopticus
N.r.	=	Nucleus ruber
N.s.o.	=	Nucleus supraopticus
N.t.	=	Nucleus tuberis
P.th.	=	Pulvinar thalami
Tr.h.cr.	=	Tractus habenulocruralis
Tr.m.t.	=	Tractus mamillotegmentalis
Tr.m.th.	=	Tractus mamillothalamicus
Tr.s.hy.	=	Tractus supraopticohypophyseus
Tr.s.th.	=	Tractus supraopticothalamicus
St.m.th.	=	Stria medullaris thalami.

Zentrale Leitungsbahnen.

Der Bulbus olfactorius setzt sich an der basalen Fläche des Stirnlappens in den Tractus olfactorius fort. An Markscheidenpräparaten und Silberimprägnationen läßt sich eine Faserung von der medialen Seite des Tractus olfactorius zum Trigonum olfactorium verfolgen (ALLISON). Das Trigonum olfactorium, bei den Makrosmatikern Tuberculum olfactorium genannt, umfasst die Region zwischen dem Tractus olfactorius und dem Kern des diagonalen Bandes auf der basalen Oberfläche des Frontallappens (CROSBY und HUMPHREY, ROSE). Ein anderer Faserteil zieht als Stria olfactoria lateralis (≙ Tractus olfactorius lateralis) zum Uncus, von dem aus weitere Verbindungen zum Gyrus hippocampus reichen. Die Stria olfactoria intermedia dringt in die Substantia perforata ein. Die Stria olfactoria medialis zieht bis zum Gyrus subcallosus. Diese Endigungsbezirke in der Rinde bilden zusammen die Riechsphäre (SPALTEHOLZ).

Der vordere Olfactoriuskern ist beim Menschen verhältnismäßig klein. Sein dorsaler Abschnitt enthält große Pyramidenzellen, während sein äußerer Abschnitt kleine Neuronen aufweist. Wahrscheinlich empfängt beim Menschen nur der dorsale und äußere Abschnitt dieses Kernes Fasern vom Bulbus olfactorius (ALLISON). Der frontale Teil der Area praepiriformis ist auf ein kleines Gebiet an der lateralen Seite des Tractus olfactorius beschränkt (BECK, CAJAL). Dieser Teil erhält wenige Fasern vom Tractus olfactorius und wurde von ROSE als Area praepiriformis zwei und drei bezeichnet. Die meisten Fasern des Tractus olfactorius

enden in der temporalen praepiriformen Rinde. Nur eine kleine Anzahl Fasern ziehen zum oberflächlichen Teil des Nucleus amygdaleus und zur Stria terminalis (ALLISON).

Afferente Riechbahnen.

Die afferenten Riechbahnen zu den corticalen Zentren laufen durch die Stria olfactoris lateralis direkt zum Gyrus hippocampi und zum Uncus (SPALTEHOLZ). Nach neueren Anschauungen sollen aber keine Fasern aus dem Tractus olfactorius direkt zur Hippocampusformation laufen (STARCK und FRICK). Durch die Stria olfactoria medialis gelangen Zuleitungen an die mediale Hemisphärenfläche und zwar über den Gyrus subcallosus und den Gyrus dentatus zum Uncus gyri hippocampi. Im Tractus olfactohippocampicus gelangt ein mittleres Bündel afferenter Fasern, nach Durchbohrung der Lamina terminalis, ins Septum pellucidum und erreicht über den Fornix die Hippocampusrinde. Dann ziehen noch afferente Riechfasern durch die im Trigonum olfactorium entspringende Stria terminalis, an der Grenzlinie zwischen Nucleus caudatus und Thalamus, zum Nucleus amygdalus (SPALTEHOLZ).

Efferente Riechbahnen.

Die durch die afferenten Fasern in der Riechrinde des Hippocampus erzeugten Riecheindrücke werden durch markhaltige Fasermassen abgeleitet. Diese gelangen von der Fimbria hippocampi zum Kern des Corpus mamillare des Zwischenhirns (SEUFFERT). Ein

Teil der Fasermassen verläuft rückwärts in die Stria medullaris thalami und endet im Ganglion habenulae. Denselben Weg benutzen auch im Kern des Septum pellucidum entsprungene Fasern, die in der Stria medullaris thalami zum Ganglion habenulae gelangen. Durch die doppelte Endigung der Mehrzahl aller von der Riechrinde der Hippocampusformation ausgehenden Fasern im Corpus mamillare sowie im Ganglion habenulae werden wichtige Anschlüsse zum Zwischenhirn, Mittelhirn und über den motorischen Haubenkern bis zum Rückenmark gewonnen (SPALTEHOLZ).

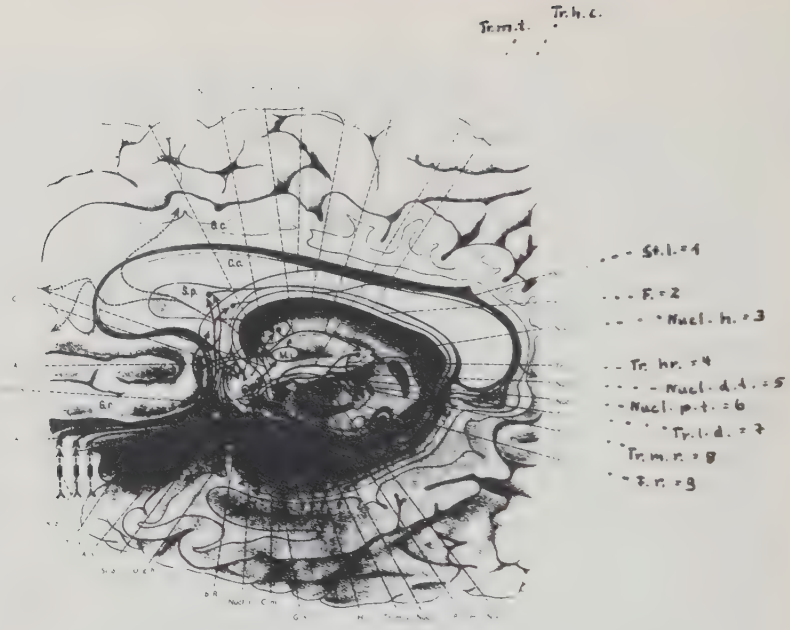
Das Meynertsche Bündel, das an der medialen Fläche des Nucleus ruber verläuft, vermittelt durch die Verbindung des Ganglion interpedunculare mit der Formatio reticularis des Mittelhirns letzterem Riecheindrücke. Diese können von hier, oder durch den Tractus habenuloreticularis an den motorischen Haubenkern gelangen; somit ist der Anschluß der Riechbahnen an das extrapyramidal-motorische System gegeben (SPALTEHOLZ, GRAY).

Als Fortsetzung des corpus mamillare, der Schaltstelle der zentralen Riechbahnen, entspringt in seinem Kern als stark hervortretendes Bündel, der Tractus mamillaris princeps. Aus diesem geht der Tractus mamillothalamicus (≙ Tractus Vicq d'Azyri) und der Tractus mamillotegmentalis hervor. Durch den Anschluß an den Thalamus und dessen Verbindung mit dem Pallidum sowie mit dem Striatum ist ebenfalls der Anschluß an die höheren Zentren des extrapyramidal-motorischen Systems gegeben (BENNINGHOFF).

Der Tractus mamillotegmentalis gibt Kollateralen zum oberen

Hügel und bis in die Brückenhaube, wo die Verbindung mit dem motorischen Haubenkern wieder den Anschluß an das extrapyramidal-motorische System gibt. Auch der im lateralen Kern des Corpus mamillare entspringende Pedunculus corporis mamillaris hat ähnliche Funktionen, da er sowohl in der Mittelhirnhaube als auch in der Brückenhaube endet (BENNINGHOFF).

Nicht nur über die Ammonsformation, sondern auch auf direktem Wege stehen die primären Zentren mit den Formationen des Zwischenhirns und Mittelhirns in Verbindung. Zu diesen beim Menschen schwachen Bahnen gehört das basale Riechbündel Wallenbergs, der Tractus olfacto-mesencephalicus. Dieses Riechbündel zieht von der Area olfactoria zum Corpus mamillare, dann zum Ganglion interpedunculare und weiter zu den autonomen Kernen im Hypothalamus und zum motorischen Haubenkern (SIEGLBAUER). Nach SPALTEHOLZ soll dieses Riechbündel seinen Ursprung im Tractus olfactorius und nach GREVING im Bulbus und Lobus olfactorius haben. Die von Riecheindrücken auf die Riechrinde erzeugten Erregungen werden weiter an die vegetativen Kerne des Zwischenhirns und an den extrapyramidal-motorischen Apparat geleitet (SIEGLBAUER).



Schema der Riechbahn (Nach PERNKOPF).

Riechzellen (spinotruncales Wurzelneuron)

Fasern im Tractus olfactorius

Fasern, die in der Area praecommissuralis entspringen

zum Stirnlappen führende Bahnen (Tractus thalamo-frontalis, mamillo-frontalis und hypothalamo-frontalis)

Tractus mamillo-thalamicus, zieht vom Corpus mamillare zum Thalamus

vom Hippocampus zum Gyrus hippocampi führende Verbindungen

vom Nucleus amygdalae zum Hypothalamus führende Verbindungen

Fc. tuberis, zieht vom Nucleus tuberis zur Massa intermedia

Fc. (≙ Fascicularis) retroflexus = Meynert'sches Bündel, zieht vom Ganglion interpedunculare zur Formatio reticularis des Mittelhirns

Tractus mamillocruralis, zieht vom Corpus mamillare zum Nucleus intercruralis

Pedunculus corporis mamillaris, zieht vom Corpus mamillare zum Nucleus profundus tegmenti

Tr. mamilloreticularis, zieht vom Corpus mamillare zum Nucleus reticularis tegmenti

A.a. = Area adolfactoria

A.o. = Area olfactoria

B.o. = Bulbus olfactorius

b.R. = basales Riechbündel, Tractus olfactomesencephalicus

C.c. = Corpus callosum

C.m. = Corpus mamillare

C.r. = Commissura rostralis

F. = 2 = Fornix

Fc.t. = Fasciculus tuberalis

F.p. = Fibrae perforantes

F.r. = 9 = Fasern zur Formatio reticularis

G.c. = Gyrus cinguli

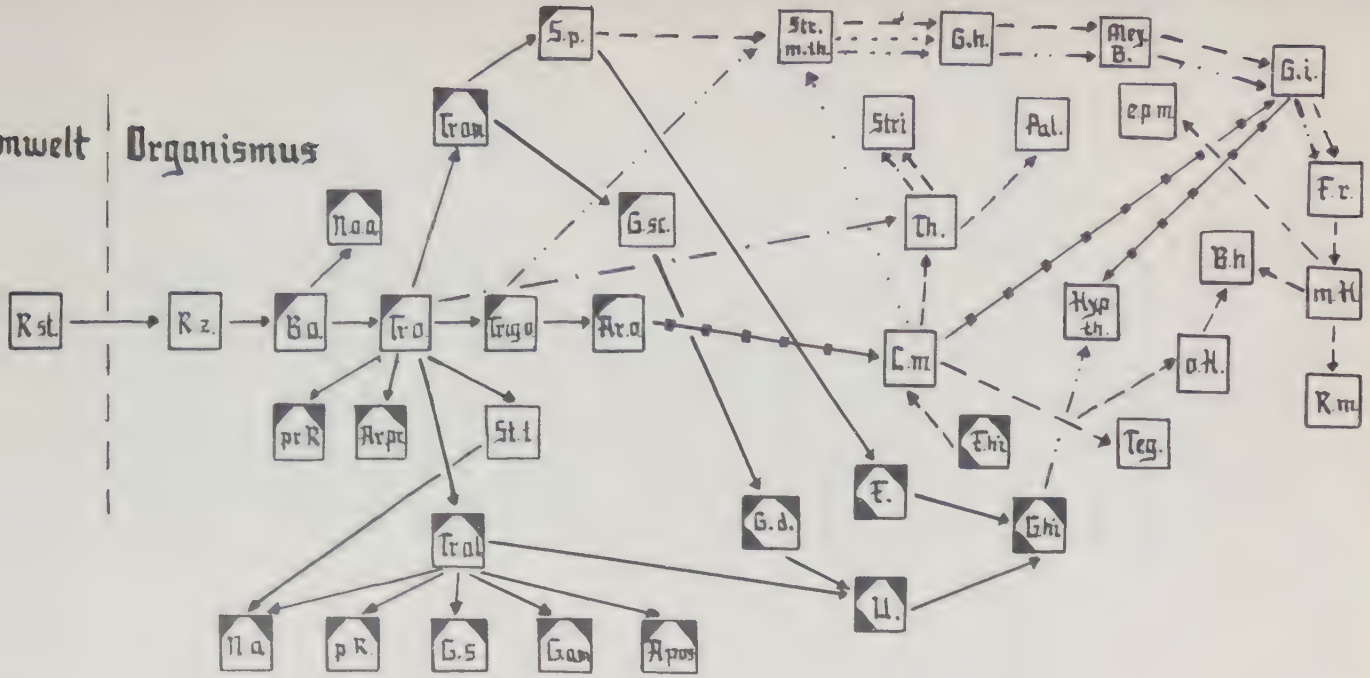
G.h. = Gyrus hippocampi

G.r. = Gyrus rectus

H. = Hippocampus

M.i.	=	Massa intermedia
Nucl.d.t. = 5	=	Nucleus dorsalis tegmenti
Nucl.h. = 3	=	Nucleus habenulae
Nucl.i.	=	Nucleus intercruralis
Nucl.p.t. = 6	=	Nucleus profundus tegmenti
Nucl.r.	=	Nucleus ruber
Nucl.r.th.	=	Nucleus rostralis thalami
Nucl.t.	=	Nucleus tuberis
P.c.m.	=	Pedunculus corporis mamillaris
R.z.	=	Riechzellen
S.p.	=	Septum pellucidum
St.l. = 1	=	Striae longitudinales
St.m.th.	=	Striae medullaris thalami
St.o.l.	=	Stria olfactoria lateralis
St.o.m.	=	Stria olfactoria medialis
St.t.	=	Stria terminalis
Tr.h.c.	=	Tractus habenulocruralis
Tr.hr. = 4	=	Tractus habenularum
Tr.l.d. = 7	=	Tractus longitudinalis dorsalis
Tr.m.c.	=	Tractus mamillocruralis
Tr.m.r. = 8	=	Tractus mamilloreticularis
Tr.m.t.	=	Tractus mamillotegmentalis
Tr.m.th.	=	Tractus mamillothalamicus
Tr.o.	=	Tractus olfactorius
Tr.o.h.	=	Tractus olfacto-habenularis
U.g.h.	=	Uncus gyri hippocampi

Blockschema der zentralen Riechbahnen



primäres Riechzentrum

secundäres Riechzentrum

tertiäres Riechzentrum

afferente Bahnen

efferente Bahnen

sensible Bahn

vegetative Bahnen

rückwärts laufende Bahn

Riechbündel Wallenbergs

Ar.o.	=	Area olfactoria
A.pos.	=	Area posterior
Ar.pr.	=	Area praepiriformis
B.h.	=	Brückenhaube
B.o.	=	Bulbus olfactorius
C.m.	=	Corpus mamillare
e.p.m.	=	extra pyramidal-motorisches System
F.	=	Fornix
F.hi.	=	Fimbria hippocampi
F.r.	=	Formatio reticularis
G.am.	=	Gyrus ambiguus
G.d.	=	Gyrus dentatus
G.h.	=	Ganglion habenulae
G.hi.	=	Gyrus hippocampus
G.i.	=	Ganglion interpedunculare
G.s.	=	Gyrus semilunaris
G.sc.	=	Gyrus subcallosus
Hyp.th.	=	Hypothalamus
m.H.	=	motorischer Haubenkern
Mey.B.	=	Meynertsches Bündel
N.a.	=	Nucleus amygdalus
N.o.a.	=	Nucleus olfactorius anterior
o.H.	=	oberer Hügel
Pal.	=	Pallidum
p.R.	=	periamygdaläre Rinde
pr.R.	=	praepiriforme Rinde

R.m.	=	Rückenmark
R.st.	=	Riechstoffe
R.z.	=	Riechzellen
S.p.	=	Septum pellucidum
Stri.	=	Striatum
St.t.	=	Stria terminalis
Str.m.th.	=	Stria medullaris thalami
Teg.	=	Tegmen
Th.	=	Thalamus
Tr.o.	=	Tractus olfactorius
Tr.o.m.	=	Tractus olfactorius medialis
Tr.o.l.	=	Tractus olfactorius lateralis
Trig.o.	=	Trigonum olfactorium
U.	=	Uncus gyri hippocampi

Sensible Bahn.

Vom Bulbus olfactorius soll eine sensible Bahn direkt zum Thalamus ziehen und von da zum Striatum (SPALTEHOLZ).

Vegetative Bahnen.

Der Hippocampus sendet Erregungen zum Hypothalamus und übt offenbar eine Kontrolle über vegetative Funktionen aus. Bei Reizung des Hippocampus konnten gastrointestinale Bewegungen ausgelöst werden (STARCK und FRICK).

Eine Beeinflussung des vegetativen Apparates im Hypothalamus und in der Substantia reticularis kann auch von sekundären Riechzentren erfolgen. Hierfür zieht eine Faserbahn vom Trigonum olfactorium zur Stria medullaris thalami, dann zum Ganglion habenulae und über den Fasciculus Meynert zum Ganglion interpedunculare und von da zur Substantia reticularis (≙ Formatio reticularis) (STARCK und FRICK).

Die Zwischenhirn- und Mittelhirnbahnen des Olfactoriussystems liegen den Reflexen zugrunde, die bei Säugetieren bekannt sind und vor allem den Ablauf der Atembewegungen betreffen. Beim Menschen scheint wenigstens ihr Ausmaß durch Riechstoffe beeinflußt werden zu können. Auch die Reaktion der vom Facialiskern innervierten mimischen Muskulatur auf Olfactoriusreize würde anatomisch verständlich sein (BENNINGHOFF).

Zusammenfassung.

Nach einer kurzen Einführung wurde zuerst die Lokalisation der Regio olfactoria, des Bulbus olfactorius und des Riechhirns beschrieben. Danach folgt ein Überblick über die Entwicklung und die Physiologie des Olfactoriussystems.

Die Regio olfactoria kann schon makroskopisch von der Regio respiratoria unterschieden werden. Doch erst durch das Elektronenmikroskop wurde die große Anzahl von "Hervorragungen" auf der Oberfläche dieses Gebietes entdeckt. Diese "Riechfäden" bewirken eine enorme Oberflächenvergrößerung und sind deshalb für die Physiologie des Riechvermögens äußerst wichtig.

Untersuchungen über den Bulbus olfactorius haben ergeben, daß dieser vier Anteile hat. Es sind dies die Riechfäden, die Glomeruli, die Ganglienzellen und die Fasern des Tractus olfactorius.

Bei den Riechbahnen kann man drei Schaltstationen unterscheiden.

1. Die periphere Bahn von der Riechschleimhaut zum Bulbus olfactorius.
2. Die primären Zentren, die aus dem Trigonum olfactorium, der Area olfactoria und dem angrenzenden Teil des Septum pellucidum bestehen.
3. Das Rindengebiet mit den corticalen Zentren.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S .

ABDERHALDEN,E. : Geruchs- und Geschmackssinnessystem. Lehrbuch der Physiologie. 263 (1944).

ADRIAN : The action of the mammalian organ. J. Laryng. 70, 1-14 (1956).

ALLISON,A.C., u. R.T.TURNER WARWICK : Quantitative observations on the olfactory system of the rabbit. Brain 72, 186-197 (1949).

ALLISON,A.C. : The morphology of the olfactory system in the vertebrate. Biol.Rev. 28, 195-244 (1953).

- : The structure of the olfactory bulb and its relationship to the olfactory tracts in the rabbit and the rat. J. comp. Neurol. 98, 309-354 (1953).

- : The secondary olfactory areas in the human brain J. Anat., Bd.88, 481 (1954).

DE AMICIS,E., e G.C.ZORZOLI : Ricerche istochimiche sulla mucosa olfattoria. Otorinolaring. ital. 25, 179-192 (1957).

BARGMANN,W. : Das Geruchsorgan. Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. 696 (1962).

BARTUAL,R. : El exponente de la actividad sensorial. Rev.esp. Oto-neuro-oftal. 15, 245-262 (1956).

BECK,E. : Die Myeloarchitektonik der dorsalen Schläfenlappenrinde beim Menschen. J. Psychol. Neurol. (Lpz.) 41, 129-264 (1934).

BENNINGHOFF,A. : Das Riechhirn. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Bd.111, 154 (1957).

BLOOM,G. : Studies on the olfactory epithelium of the frog and the toad with the aid of the light and electron microscopy. Z. Zellforsch. 41, 89-100(1954).

V. BRUNN,A. : Über die Ausbreitung der menschlichen Riechschleimhaut. Naturges. zu Rostock Sitzg.v.26.6. 1891.

CAJAL,S.R. : Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. 2, A.Maloine, Paris (1911).

CROSBY and HUMHREY,T. : Studies of the vertebrate telencephalon. II. The nuclear pattern of the anterior nucleus, the tuberculum olfactorium and the amygdaloid complex in adult man. J. comp. Neurol. 74, 309-352 (1941).

DINOLT,R. : Ein Beitrag zur Histologie des menschlichen Bulbus olfactorius. Virchows Arch.path.Anat. 302, 700-706 (1938).

ECKER,A : Z. wissensch. Zool. 8, 303 (1857).

ENGSTRÖM,H., u.G.BLOOM : The structure of the olfactory region in man. Acta oto-laryng. (Stockh.) 43, 11-21 (1953).

FORTUNATO,V. : Neueste Erkenntnisse auf dem Gebiet des Geruchs und Forschungsprogramme. Berl.Med. 12 (1961).

- : Olfatto e sue correlazioni. Soc.ital.lar.otol. rin., Atti del XLVI Congresso 1958. Tipograf. dell' Universita, Catania.

- , u. P.NICCOLINI : L'olfatto. Edit.Institutio Farmacoterapico Italiano Roma (Collana scientifica I F I Nr.4).

FRUHWALD,V. : Über Störungen des Geruchsinnes bei behinderter Nasenatmung. Wien.klin.Wschr. 97-99 (1947).

GEREBTZOFF,M.A., u. G.SCHKAPENKO : Recherches sur le pigment de la muqueuse olfactive. C.R.Ass.Anat. Nr. 68, 511-516 (1952).

- , u.E.PHILIPPOT : Lipides et pigments olfactifs. Acta oto-rhino-laryng. belg.11, 297-300 (1957).

GRAY,H. : Rhinencephalon. Anatomy of the human body. 844 (1943).

GREVING,R. : Die zentralen Anteile des Riechsystems. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Bd.IV, 1012 (1928).

HIRSCH,C. : Über die klinische Prüfung des Geruchs- und Geschmackssinnes. Münch.med.Wschr. 1234-1238, 2 (1932).

HOFMANN,L. : Nasenatmung und Riechen. Mschr. Ohrenheilk. 90, 215-218 (1956).

KALLIUS,E. : Sinnesorgan. I.Abt.Geruchsorgan und Geschmacksorgan. Handbuch der Anatomie des Menschen. Jena (1905).

KOLMER,W. : Über die Regio olfactoria des Menschen. Mschr. Ohrenheilk., Jg.58, H.7, 626-633 (1924).

LE GROS CLARK,W.E., u. R.F.TURNER WARWICK : J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. Bd.9, 101-111 (1946).

LESZYNSKA,A. : The problems of the sense of smell and olfactometry. Otolaryng.pol. 12, 201-216 (1958).

LIBERSA,C. : Le pédicule artériel du bulbe olfactif. Rev. Otorinolaring. 24, 418-422 (1952).

LISS,L. : The histology of the humans olfactory bulb and the extracerebral part of the tract. A study with silvercarbonate. Ann.Otol. (St.Louis) 65, 680-691 (1956).

LOCATELLI,P. : Sulla mucosa olfativa III. Boll.Soc.med.chir. Pavia 2, 499-510 (1927).

- : Sulla struttura della mucosa olfativa. Boll.Soc. ital.Biol.sper. Bd.3, H.2, 216-218 (1928).

DE LORENZO,A.J. : Electron microscopic observations on the olfactory mucosa and olfactory nerve. J. biophys. biochem.Cytol. 3, 839 (1957).

MASCEJI,S. : Vitalfärbung des Riechepithels der Maus mit Trypanblau. Z.Zellforsch. A 31, 218-223 (1941).

MÜLLER,A. : Quantitative Untersuchungen am Riechepithel des Hundes. Z.Zellforsch. 41, 335-350 (1955).

NAGAHARA,Y. : Experimentelle histopathologische Studien über das Geruchsorgan nach Olfactoriusdurchschneidung. Trans.Soc.path.jap. 30, 648-650 (1940).

NEGUS,V.E. : Observations on the comparative anatomy and physiology of olfaction. Acta oto-laryng. (Stockh.) 44, 13-24 (1954).

OTTOSON,O. : Analysis of the electrical activity of the olfactory epithelium. Acta physiol.scand. 35, Supp. 122, 1-83 (1956).

PERNKOPF,E : Topographische Anatomie des Menschen. Wien, Bd.4, 606 (1960).

ROSE,M. : Die sogenannte Riechrinde beim Menschen und beim Affen. J.Psychol.Neurol. (Lpz.) 34, 261-401 (1927).

- : Der Bulbus olfactorius beim Menschen und bei Tieren. Pol.Gaz.lek. II, 880-882 (1930).

SCHULTZ,E.W. : Regeneration der Riechzellen. Proc.Soc.exp. Biol. (N.Y.) 41, 46 (1941).

- : Repair of the olfactory mucosa. Amer.J.Path. 37 (1960).

SEUNTJENS,H. : La double du rhinencéphale. Ann.Oto-laryng. (Paris) 74, 708-710 (1957).

SGONINA,K : Beitrag zur Möglichkeit einer Lokalisation des Geruchs. Zool.Anz. 122, 194-198 (1938).

SIEGLBAUER,F. : Das Rhinencephalon. Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen. 620 (1947).

SLOTWINSKI,J. : Sur les granulations dans l'epithèlium sensoriel de la muqueuse olfactive chez les mammiféres. C.R.Soc.Biol. (Paris) 120, 459-462 (1935).

SPALTEHOLZ,W. : Peripheres Nervensystem. Handatlas und Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 563,538,486 (1954).

STARCK,D. : Die Entwicklung der Respirationsorgane und des Oesophagus. Embryologie. 441 (1955).

- , u. H.FRICK : Zentralnervensystem. Repetitorium Anatomicum. 454 (1962).

STÖHR,P. Jr. : Atmungsorgane. Lehrbuch der Histologie. 385 (1951).

TAKATA,N. : Riechnerv und Geruchsorgan. Experimentelle Untersuchungen an der Ratte. Arch.Ohrenheilk. 121,122 (19[illegible]9).

THIELEMANN,M. : Vergleichendes zur biologischen Bedeutung des Geruchsi[illegible]es. [illegible] 1, 1[illegible]-[illegible] (1[illegible]).

VINNIKOW,A : Der Geruchsreceptor. Usp.Iprem.biol.(Moskwa) 29, 391 (1950).

VOSS,H., u. R.HERRLINGER : Das Geruchsorgan. Taschenbuch der Anatomie. Bd.3, 212 (1958).

WAGEMANN,W. : Geruchsinn. Berendes, Link, Zöllner; Kurzes. Hdb. Hals-,Nas.-u.Ohrenheilk. Stuttgart: Georg Thieme, Bd.1, 39-48 (1964).

WARWICK,R.T., u. A.C.ALLISON : Quantitative observations on the olfactory system of the rabbit. Brain 72, 186-197 (1949).

WEISS,F., u. H.BRUNNER : Zur postembryonalen Entwicklung des menschlichen Bulbus olfactorius. Z.Hals-,Nas.-u. Ohrenheilk. 12, 367-372 (1925).

Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis Herrn Prof.Dr.med.G.THEISSING für die Übernahme des Referates und die Überlassung des Themas zu danken.

Herrn Oberarzt Dr.med.G.KITTEL sei gedankt für sein jederzeit freundliches Entgegenkommen in arbeitstechnischen Fragen.

L e b e n s l a u f .

Am 24. Februar 1940 wurde ich in Ebingen als Tochter des Sparkassenleiters Hugo Hablizel und seiner Ehefrau Martha, geb. Walter, geboren. Im Jahre 1945 zogen wir von Ebingen nach Sulz/Neckar um. Dort besuchte ich die Volksschule und wechselte dann auf das Progymnasium Sulz über. 1956 trat ich in das Gymnasium Horb ein, an welchem ich nach weiteren drei Jahren die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1959 begann ich mit dem Studium der Medizin an der Universität Tübingen. Nach zwei Semestern legte ich das Vorphysikum ab. Weitere zwei Semester verblieb ich noch an der Universität Tübingen. Dann studierte ich an der Universität Mainz und schloß das vorklinische Studium nach dem sechsten Semester mit dem Vorärztlichen Examen ab. Das erste klinische Semester verbrachte ich wieder in Tübingen. Nach zwei Auslandssemestern in Innsbruck und Graz, setzte ich mein Studium an der Universität Erlangen fort.

Das Staatsexamen legte ich am 11.3.66 an der Friedrich - Alexander - Universität zu Erlangen ab.

Buchdruck und Fotodruck: Ludwig Müller, Erlangen, Fahrstraße 5